



(高级技能 技师技能)

劳动和社会保障部
中国就业培训技术指导中心
组织编写

防腐蚀工

FANGFUUSHI GONG FANGFUUSHI GONG

国家职业资格培训教程

专用于国家职业技能鉴定

中国劳动社会保障出版社

版权所有

翻印必究

图书在版编目 (CIP) 数据

防腐蚀工：高级技能 技师技能/劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心组织编写. —北京：中国劳动社会保障出版社，2003.1

国家职业资格培训教程

ISBN 7-5045-3739-X

I. 防… II. 劳… III. 防腐-职业技能鉴定-教材 IV. TB304

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 001350 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码：100029)

出 版 人：张梦欣

*

新华书店经销

北京京安印刷厂印刷 北京助学印刷厂装订

787 毫米×1092 毫米 16 开本 13 印张 320 千字

2003 年 7 月第 1 版 2003 年 7 月第 1 次印刷

印数：3000 册

定价：23.00 元

读者服务部电话：64929211

发行部电话：64911190

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

国家职业资格培训教程

防 腐 蚀 工

编审委员会

主 任 任振铎 陈 宇

副主任 忻英娣 王振洲 张俊林 宋 建

委 员 刘作藩 张炎明 王国琨 胡士信 潘小洁

李济克 袁 芳 陈 蕾 葛 玮

主 编 李挺芳

副主编 赵凌云 王三保

编 者 王三保 尹华杰 杜宝魁 沈剑平 茆凌峰

张 静 张志宇 侯锐钢 段林峰 夏延燊

魏兆波

前 言

为推动防腐蚀工职业培训和职业技能鉴定工作的开展，在防腐蚀从业人员中推行国家职业资格证书制度，劳动和社会保障部委托中国防腐蚀技术协会编写《国家职业资格培训教程——防腐蚀工》（以下简称《教程》）。

《教程》以劳动和社会保障部颁布的《国家职业标准——防腐蚀工》（以下简称《标准》）为依据，《教程》紧贴《标准》，内容上力求体现“以职业活动为导向，以职业技能为核心”的指导思想，突出职业培训特色；结构上，《教程》是针对防腐蚀工职业活动的领域，按照模块化的方式，分初级、中级、高级、技师4个级别进行编写的。《教程》的基础知识部分内容覆盖《标准》的“基本要求”；技能部分的章对应于《标准》的“职业功能”，节对应于《标准》的“工作内容”，节中阐述的内容对应于《标准》的“技能要求”和“相关知识”。

《国家职业资格培训教程——防腐蚀工（高级技能 技师技能）》适用于对高级防腐蚀工、防腐蚀工技师的培训，是职业技能鉴定的指定辅导用书。

本书由王三保、尹华杰（郑州大学化工学院）编写第一章、第二章、第六章、第十二章、第十三章、第十四章、第十五章、第十六章、第十七章、第二十一章、第二十七章、第二十八章、第二十九章、第三十章，夏延燊（中国石化广州分公司腐蚀研究室）编写第三章、第十八章，段林峰、张志宇（南京化工职业技术学院）编写第四章、第八章、第十九章、第二十三章，杜宝魁（中国防腐蚀技术协会教育编辑委员会）编写第五章、第二十章，候锐钢、茆凌峰、沈剑平（华东理工大学华昌聚合物有限公司）编写第七章、第九章、第十章、第二十二章、第二十四章、第二十五章，魏兆波（青岛海孚防腐科技开发有限公司）编写第十一章和第二十六章的第一节至第三节，张静（天华化工机械及自动化研究设计院）编写第十一章和第二十六章的第四节。全书由中国防腐蚀技术协会教育编辑委员会李挺芳、赵凌云、王三保统稿。

本书在编写过程中得到上述单位和中国昊华长源防腐（集团）有限公司（河南防腐企业集团公司第一公司）、新乡九州防腐工程有限公司和有关专家及其单位的积极支持，在此谨表示最诚挚的感谢。

由于时间仓促，不足之处在所难免，欢迎读者提出宝贵意见和建议，以便再版时完善。

劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心
中 国 防 腐 蚀 技 术 协 会

目 录

第一部分 高级防腐蚀工工作技能

第一章 防腐蚀准备工作	(1)
第二章 基体表面处理	(3)
第一节 表面处理方法的基本原理	(3)
第二节 表面处理中的主要问题	(4)
第三章 涂层防腐蚀作业	(7)
第一节 涂装作业	(7)
第二节 后处理	(13)
第四章 砖板衬里防腐蚀作业	(16)
第一节 砖板衬里的适用性	(16)
第二节 砌筑衬里操作	(20)
第三节 后处理	(22)
第五章 橡胶衬里防腐蚀作业	(25)
第一节 胶片下料	(25)
第二节 贴衬与滚压	(28)
第三节 硫化操作	(31)
第六章 塑料防腐蚀作业	(36)
第一节 热塑性塑料的热性能	(36)
第二节 几种常用的热塑性塑料焊接	(37)
第三节 施工操作	(39)
第七章 纤维增强树脂防腐蚀作业	(43)
第一节 纤维增强树脂的基本特点与性能	(43)
第二节 配料	(51)
第三节 施工操作	(52)
第四节 树脂玻璃鳞片的质量检验	(55)
第八章 金属喷涂防腐蚀作业	(56)
第一节 喷涂操作	(56)
第二节 封闭(孔)处理	(58)
第九章 非金属喷涂防腐蚀作业	(60)
第一节 喷涂操作	(60)
第二节 后处理	(65)

第十章 化学清洗防腐作业	(68)
第一节 施工方案	(68)
第二节 设备金属材质的耐蚀性	(72)
第三节 清洗操作	(74)
第四节 质量检查及交工验收	(76)
第十一章 电化学保护作业	(77)
第一节 强制电流阴极保护	(77)
第二节 牺牲阳极阴极保护	(81)
第三节 排流保护	(86)
第四节 阳极保护	(88)
第十二章 质量检查及交工验收	(97)
第一节 质量检查	(97)
第二节 交工验收	(99)
第十三章 培训与指导	(100)
第十四章 技术管理	(102)
第一节 撰写文件	(102)
第二节 技术开发	(103)
第十五章 工程管理	(106)

第二部分 防腐蚀工技师工作技能

第十六章 防腐蚀准备工作	(108)
第十七章 基体表面处理	(111)
第十八章 涂层防腐蚀作业	(114)
第十九章 砖板衬里防腐蚀作业	(119)
第一节 预应力衬里技术	(119)
第二节 国外常用砖板衬里材料简介	(120)
第二十章 橡胶衬里防腐蚀作业	(124)
第一节 橡胶贴衬与滚压	(124)
第二节 橡胶衬里层缺陷修补	(130)
第二十一章 塑料防腐蚀施工作业	(132)
第一节 模具设计原则	(132)
第二节 施工操作	(132)
第二十二章 纤维增强树脂防腐蚀作业	(135)
第一节 环氧树脂耐磨自流平地面基本特点与性能	(135)
第二节 环氧自流平地面涂料施工操作	(142)
第三节 纤维增强树脂防腐蚀作业常见问题及缺陷治理	(144)
第二十三章 金属喷涂防腐蚀作业	(151)
第一节 常见喷涂缺陷	(151)
第二节 施工质量检验	(152)

第二十四章	非金属喷涂防腐蚀作业	(154)
第一节	喷涂操作	(154)
第二节	安全技术和劳动保护	(155)
第二十五章	化学清洗防腐蚀作业	(159)
第一节	缓蚀剂	(159)
第二节	漂洗与钝化	(162)
第三节	化学清洗废液的处理与排放	(165)
第四节	清洗实例	(170)
第二十六章	电化学保护作业	(172)
第一节	强制电流阴极保护	(172)
第二节	牺牲阳极阴极保护	(175)
第三节	排流保护	(178)
第四节	阳极保护	(179)
第二十七章	质量检查及交工验收	(187)
第二十八章	培训与指导	(188)
第二十九章	技术管理	(190)
第一节	撰写文件	(190)
第二节	技术开发	(192)
第三十章	工程管理	(195)
第一节	施工组织	(195)
第二节	施工管理	(196)

第一部分 高级防腐蚀工工作技能

第一章 防腐蚀准备工作

一、施工用料的计算

防腐蚀施工用料的计算实际上是防腐蚀工程预算的一部分，主要用来作为材料准备的依据。工程预算一般采用施工图预算，即以施工图为依据，根据预算定额（或单位估价表）以及相应的费用标准和地区人工、材料、机械台班而制定。施工图样是工程设计的最终成果。它必须对计划建造的工程做出具体的描绘和叙述，包括工程的确切位置、各工程部位结构的形状和尺寸、选用的材料和做法以及应达到的技术质量要求等等。由于施工单位是按照图样施工并交付工程产品，因此，根据施工图样计算的工程造价更能接近于实际。施工用料根据施工图进行的预算也一定是合适的。施工用料预算还应遵照相应的定额进行。防腐蚀施工一般按照原化工部、国家计委颁布的《全国统一安装工程预算定额》进行预算。此定额自1986年颁布施行以来，由于不断地出现新设备、新材料、新工艺，因此又陆续对此定额进行了补充，在编制材料预算时应按照最新的补充定额执行。施工用料应包括施工中所用的主要材料、辅助材料。施工用料预算应分类进行计算、造表。

有时候，需要根据丰富的经验来估算用量，组织备料。施工中，控制合理的用量不但是经济上的要求，也是保证施工质量的要求。

二、施工作业计划

施工作业计划应按照定额和结合自身的条件来制定，施工作业计划的制定应保证工程计划全面、均衡地完成。制定计划要留有余地，在施工条件充足和技术熟练的情况下，可以逐步提高日作业计划和周施工计划，但也要控制计划不宜突破太多，要防止时紧时松，前松后紧，期末突击等不良倾向。

施工作业计划的制定和执行要尊重科学。不同的防腐蚀施工作业，均具有科学的客观规律，不能盲目硬行，要注重事物发展的客观规律，要充分考虑可能遇到的困难，还要考虑天气条件的影响。

计划中可安排平行流水作业、立体交叉作业。要绘制作业计划分图（排板图），每日用图表和文字统计日完成量。

防腐蚀工程常常是工业安装的最后部分工程，工期问题往往会堆积突显在这一阶段。因此，在制定和执行计划、在人员和备料组织、在施工技术措施等方面都要预先做好准备，才能做到保质量、保工期、保预算定额、保安全。

三、绘制施工用草图

为了防腐蚀施工的正常进行，某些结构应事先制作相应的样板，在工程的准备阶段绘制好施工用草图。绘制草图一是要依据施工图；二是要现场进行实物测绘，按测绘的实际形状和尺寸绘制草图。

现场测绘应注意以下要点：

1. 总体观察

结构或构件的总体形状、大小，结构的复杂情况，通过观察，徒手在方格纸（或坐标纸）上绘制出结构的象形图，以便在测量尺寸时进行标注。

2. 先总体后局部

测绘时应先测量总体尺寸，再测量局部尺寸，最后测量局部的不连续区域；同一种结构的尺寸应测量几次，或几个人分别测量，最后取中间值。

3. 先外部后内部

测绘时首先测绘外部尺寸，然后测绘内部尺寸，局部不连续的部分留在最后解决，取值原则同上。

4. 重点突出

在关键部位、节点处、特殊部位要重点绘制。

根据测绘的结果，用合适的图幅和比例绘制草图。绘图时应注意，尽量按照比例进行，这样才有可能发现测绘中的问题。绘图过程中，可再次到现场进行补充测绘。

第二章 基体表面处理

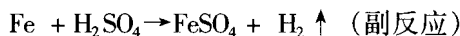
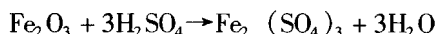
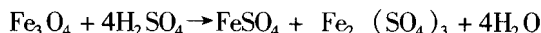
第一节 表面处理方法的基本原理

一、化学和电化学方法

化学和电化学表面处理的方法主要有：溶剂清洗、电化学脱脂、乳化清洗脱脂、酸洗清理、电化学酸洗清理以及钢铁表面的化学转化等。本教程前述章节已经介绍了溶剂清洗、乳化清洗脱脂及表面的化学转化，现在主要介绍酸洗清理和电化学酸洗清理的原理。

1. 酸洗除锈的原理

金属表面的锈，对钢铁而言，主要是铁的氧化物（ Fe_3O_4 、 Fe_2O_3 、 FeO ），钢铁浸入酸溶液中，可去除钢铁表面的锈。以硫酸为例，其除锈机理为：



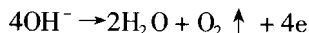
由于锈溶于酸中，因而实现了金属表面锈的去除。另外在锈去除的过程中，酸同时会与金属铁发生副反应，副反应中产生的氢气，对锈层产生了鼓胀力，使氧化皮鼓起脱落，同时它会渗入钢铁基体而产生氢脆。

为了防止酸洗过程中的过蚀，可在酸洗液中加入少量缓蚀剂，以减轻基体金属在酸洗液中的过蚀和氢气的生成，减缓氢向钢铁基体中的扩散以及减少酸耗与酸雾的产生。可以简单地认为，加入缓蚀剂后的酸洗，只溶解锈和污垢，而不溶解基体金属。

2. 电化学酸洗清理

工业上还常用电化学方法清除工件表面的锈层和氧化物。电化学酸洗清理包括阳极浸蚀法和阴极浸蚀法，即把金属工件浸于电解质溶剂中作为阳极或阴极，通以直流电来除去工件表面的铁锈。当工件作为阳极时称为阳极浸蚀法；工件作为阴极时，称为阴极浸蚀法。

（1）阳极浸蚀法原理 采用酸液或碱金属盐类溶液作为电解液，铁、铅、铜等作阴极，工件作阳极，通直流电时，处于铁锈下的钢铁工件发生溶解，导致铁锈脱落。铁溶解停止的标志是槽电压突然上升，此时阳极猛烈放氧，即



表明工件表面的铁锈已完全去除或大部分去除。

（2）阴极浸蚀法原理 采用酸或碱金属盐类溶液作电解质溶液，以工件作阴极，通直流电时，由阴极反应产生的氢原子把金属氧化物还原，同时析出的氢气泡把氧化物（铁锈）鼓

起。阴极浸蚀无工件过蚀的缺点，但存在氢脆的可能，并且不易浸蚀外形较复杂的工件。为了克服上述缺陷，可在电解质溶液中加入铅、锡离子，在阴极浸蚀过程中会在已去除氧化皮的工件表面镀上一层铅膜或锡膜。由于氢在铅膜或锡膜上的电压高，这样在铅、锡膜上就不会再有氢析出，电流就集中到尚有氧化皮的工件的其他部位上，直到工件氧化皮全部去除。这样既能避免氢脆，又可加速凹下部位氧化皮的去除。最后，工件表面上所覆盖的铅膜或锡膜，可浸于碱液中进行阳极处理予以除掉。

二、机械方法

1. 喷射清理原理

喷射清理是借助于压缩空气，通过专用的喷嘴使磨料产生高速运动，依赖磨料的冲击、摩擦、敲打，除掉基体表面的氧化皮、铁锈、污物和附着物，从而显露出材料的本色，并且具备一定的表面粗糙度。

喷射清理是一百多年以前发明的表面处理技术。在喷射清理技术应用的早期，所使用的磨料是砂子，因而被称为喷砂。随着工业技术的发展，磨料的种类有了很大发展，磨料的来源广泛，有天然、人造、及工业副产品之分，例如石英砂、铁丸、钢丝、金刚砂、炉渣等等。

喷射清理多用于金属表面处理，有干、湿法之分，作业方法则有开放或密闭的形式。在防腐蚀工程中，应用最多的是干法喷砂。

2. 抛射清理原理

抛射清理是磨料在高速旋转的抛头叶片的作用下，获得了很大的径向和切向速度，以 80 m/s 的速度和一定的角度冲向工件，冲击、摩擦、敲打基体表面，清除掉氧化皮、铁锈及其他附着物。

抛射清理所使用的磨料多为铁丸、钢丸和钢丝段。

第二节 表面处理中的主要问题

在表面处理的过程中，第一，应当使处理达到防腐蚀施工的要求；第二，对处理好的基体表面应防止返锈。这就要求选择合适的基体处理工艺条件。

一、空气压缩机的选择

喷射处理是一种以压缩空气为动力的清理作业，因此必须充分了解压缩空气和空气压缩机的作用，认真选用空气压缩机。

在选用空气压缩机的过程中应充分注意喷射作业中的空气压力对喷射作业的影响。压缩空气在管道中流动时，由于与管壁的摩擦会产生压力损失，即存在压力降。压力降也存在于阀门、管道接头等部位，通常内壁粗糙的管壁摩擦系数大，其压力降也大。另外，压缩空气从空气压缩机到喷嘴的过程中，温度会逐渐下降，也将造成压力下降。这样，空气软管的长度和环境温度也是影响管道内压力降的因素。在采用砂粒作为磨料时，喷嘴压力在 0.63 ~

0.77 MPa 时, 清理效果最好; 而当工作压力每降低 0.007 MPa 时, 其清理效果会降低 1% ~ 1.5%; 但是当压力超过 0.77 MPa 时, 由于砂粒的速度过高, 则会使砂粒在基体表面被击碎, 反而大大降低清理效果。若采用高密度的磨料, 由于它的密度比砂粒大得多, 则需要选用较高的工作压力。

一般情况下, 选用空气压缩机的步骤是:

1. 确定喷嘴的直径和数量, 压缩空气软管和喷砂软管的直径和长度。
2. 确定喷嘴用的压缩空气消耗量、排吸气用的空气消耗量以及喷砂机磨料罐加砂的压缩空气消耗量, 算出总的压缩空气消耗量。
3. 确定压缩空气软管和喷砂软管内的压力降, 若磨料是自下而上垂直输送的, 其压力降是压缩空气软管的两倍, 再加上喷砂机压力降 (约为 0.035 MPa), 即可得出总压力降。
4. 计算喷嘴工作压力, 以空气压缩机排气压力减去系统总压力降, 即为喷嘴工作压力。
5. 按压缩空气消耗量和所需工作压力, 确定空气压缩机的型号。选择时应考虑让空气压缩机的排气量比预计消耗量高出 15%, 这是为了在喷嘴磨损时能保持足够的工作压力。经测定: 当 11 mm 的喷嘴直径增大 3.2 mm 时, 压缩空气的消耗量需增加 1.4 ~ 1.7 m³/min, 因此, 事先应考虑选用大容量空气压缩机。随着喷嘴的磨损, 清理效率会逐步提高, 这样清理费用亦降低了。

二、喷射工艺条件的选择

在喷射操作过程中, 应加以控制的几个主要工艺参数是喷嘴入口处的最小工作压力、喷嘴直径、喷射角度和喷嘴至基体表面的距离。一般情况下喷嘴入口处的最小空气压力为 0.5 ~ 0.6 MPa; 喷嘴的直径依据磨料的不同, 为 5 ~ 8 mm; 较合理的喷射角度为 45° ~ 75°; 喷嘴至基体表面的最佳距离为 120 ~ 150 mm。实际工作时应视工作压力与所处理基体表面的锈蚀情况, 适当调整距离, 但一般不小于 80 mm, 喷射角不小于 50°。总之, 经喷射处理的金属表面应显示均匀一致的金属本色, 并应除尽铁锈及其他附着物, 以保持基体表面的清洁。

在喷射过程中喷嘴直径由于不断摩擦而变大, 当喷嘴的磨损量超过原始内径尺寸的 20% 时, 喷嘴必须更换, 不得继续使用。对于厚度小于 3 mm 的钢板, 空气压力应小于 0.5 MPa, 砂粒直径应小于 1.5 mm, 这样钢板才不至于变形。

干法喷射处理用的磨料的现场存放地应平整、坚实, 要防止磨料受潮、雨淋和混入杂质, 重复使用的磨料应达到使用要求。

干法喷射后的金属表面不得受潮, 以免重新生锈。在气温低、湿度大的条件下金属表面易结露。为此, 规定当金属表面温度低于露点温度 3℃ 时, 喷射作业应停止。为了便于确定露点温度, 可参见不同环境相对湿度下, 金属表面温度与露点的关系, 如图 2—1 所示。

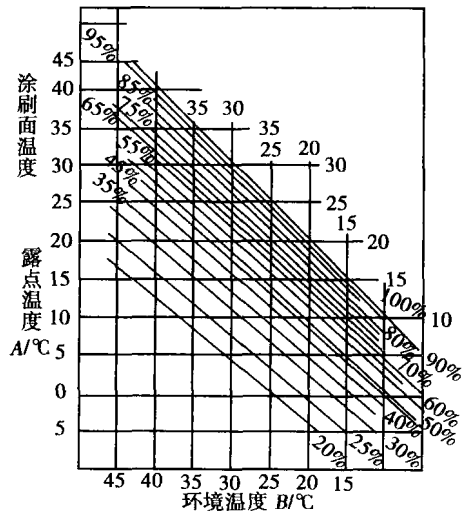


图 2—1 露点温度图
图中斜线表示环境温度; $A = B$ 时, RH (相对湿度) = 100% 就结露; A 取决于 B 和 RH 的条件, 但基体表面温度低于 A 则结露, 高于 A 就不结露。

三、喷射操作注意事项

1. 喷射清理后的表面如留有较多的残渣，则说明进入磨料罐的磨料含细灰较多，或磨料易碎裂，应检查筛分系统和磨料的质量。

2. 潮湿的磨料会引起流坠，堵塞磨料流量阀，或造成磨料流量不恒定，使得已清理的表面过早返锈。如出现这些现象则应检查压缩空气系统的缓冲器、油水分离器及水吸附器，并应经常开启放水阀门，以免水分随压缩空气带入。

3. 已清理表面有油污残留，除了检查油水分离器，还要考虑有可能是空气压缩机的部件已磨损。

4. 当操作场地狭小或清理复杂结构的表面时，时常采用短管喷嘴，但其清理效果低于长管喷嘴。在有碰撞危险的场地喷射作业时，例如在支架上作业，应采用高耐磨材料制造的长管喷嘴，这样可以不用经常更换，且清理效率较高。

5. 当发现清理效率不高，或表面处理质量等级较低时，应检查空气压缩机的容量与喷嘴是否配套，若不配套，则更换大容量的空气压缩机，或改小喷嘴口径，同时检查喷砂软管的直径和长度，检查连接器，对尺寸偏大的应给予更换。

6. 有时清理表面的粗糙度不够，这是由于磨料颗粒过细，或磨料硬度低、磨料没有棱角，则应更换磨料。

7. 不准对着同一个地方长时间喷射，特别是喷嘴距离表面近的时候。因为那样很容易将金属表面打成深坑，甚至打穿钢板。

四、处理后工件的运输与保管

为了保证防腐蚀施工的质量，经处理合格的工件，在运输和保管过程中应注意表面的保护，不得再次被划伤、污染或返锈。

处理后的工件在运输、保管中的注意事项：

1. 处理后的工件在运输、保管中应注意保证环境干燥、洁净，防止雨淋。当空气湿度较大，或工件温度低于环境温度时，应采取加热措施，防止被处理的工件表面再度锈蚀。

2. 处理后的金属表面，应及时涂刷底涂料。大型设备或大面积、大表面处理时，可以分片进行，但处理合格的金属表面应立即涂刷底涂料。

3. 喷射或抛射处理后的表面，应注意防止油渍污染，避免棉纱钩挂。对于要求高的表面，还应注意不得与身体的裸露部分接触。

4. 如因保管不当或在运输中发生再度污染或锈蚀时，其金属表面应重新处理，直至符合质量要求时为止。

第三章 涂层防腐蚀作业

第一节 涂装作业

一、高压无气喷涂施工基础知识

高压无气喷涂是对涂料直接施加高压（通常压力为 11 ~ 25 MPa），使其从喷嘴喷出，涂料离开喷嘴时由高压突然降至常压，其体积急剧膨胀，从而雾化成微小的雾沫粒子黏附到被涂物表面而形成涂膜。由于涂料中不含空气，所以称为高压无气喷涂。

1. 高压无气喷涂设备

高压无气喷涂设备包括动力源、高压无气喷涂机、高压输料软管、喷枪和喷嘴等设备。

(1) 动力源 高压无气喷涂施工的动力源多采用压缩空气来推动高压无气喷涂机。压缩空气动力源的设备包括空气压缩机、空气缓冲罐、压缩空气输送管道、油水分离器等。

随着喷涂机技术的开发，近年也有不用外置空气压缩机而直接采用电力为动力源的高压无气喷涂机，此类设备常应用于小型高压无气喷涂。

(2) 高压无气喷涂机 高压无气喷涂机对涂料直接加压，它由低气压缸、高压涂料缸、配气装置组成。高压无气喷涂机有各种不同的压力比。国产喷涂机有 1:20、1:36、1:42、1:65等多种，可适用于各种不同黏度涂料的无气喷涂。喷涂富锌涂料应选用富锌涂料专用喷涂机。国产高压无气喷涂机性能规格见表 3—1。

表 3—1 国产高压无气喷涂机性能规格表

型号	动力方式	压力比	流量 (L/min)	重量 (kg)	外形尺寸 (长×宽×高) (mm)	备注
GPQ1C	气动	1:42	5	15	360×270×515	喷涂一般涂料
GPQ2C	气动	1:64	10	27	420×320×600	喷涂一般涂料
GPQ3C	气动	1:44	14	27	420×320×600	喷涂一般涂料
GPQ4C	气动	1:44	9	16	360×270×510	喷涂一般涂料
GPQ6C	气动	1:65	25	45	520×430×670	喷涂高黏度涂料
GPQ7C	气动	1:45	35	46	520×430×670	喷涂黏度稍低的涂料
GPQ8C	气动	1:56	29	46	520×430×670	喷涂高黏度涂料
GPQ9C	气动	1:32	51	55	460×430×920	富锌涂料专用
GPQ12C	气动	1:65	13	28.5	400×340×600	喷涂黏度高、难以雾化的涂料
GPQ13C	气动	1:46	18	29	400×340×600	

续表

型号	动力方式	压力比	流量 (L/min)	重量 (kg)	外形尺寸 (长×宽×高)(mm)	备注
GPQ14C	气动	1:32	27	30	400×340×600	喷涂黏度稍低的涂料
GRP	气动	1:26	24	45	550×580×1 000	加热无气喷涂
BD42-195	气动	1:42	19.5	80	850×650×450	喷涂高黏度厚浆涂料
BD42S-195	气动	1:42	25	185	1 000×600×1 550	双组分涂料专用
DGP-1	电动	电动机功率0.4 kW, 最高压力 18 MPa	1.8	30	400×370×240	喷涂一般涂料
DGP-Y	电动	电动机功率1.1 kW, 最高压力 28 MPa	2.8	63	670×440×600	喷涂一般涂料

(3) 高压输料软管 高压输料软管用于连接喷涂机和喷枪，输送高压涂料液供喷涂施工。高压输送软管耐压要求高于 2.5 MPa，耐油、耐强溶剂，尽量轻便、柔软，以便于施工操作。软管内径有 5 mm、6 mm、8 mm、9 mm、12 mm 等多种规格。常用的为 6 mm 和 9 mm。为减少涂料输送的压力损失，应尽量选用直径比较大的软管，但这会损耗较多的涂料。高压软管的接头可以选用快接式接头以方便施工操作。

(4) 喷枪 高压无气喷枪外形类似于一般空气喷枪，但没有压缩空气通道，也没有调节机构，它是靠更换喷嘴来调节涂料喷出量和喷出的雾化幅宽的。高压无气喷枪有手持式喷枪、长杆式喷枪和自动喷枪。

1) 手持式喷枪。这是最常用的高压无气喷枪，其结构轻便，施工操作作业时手持操作方便。适用于各种涂装作业场合。

2) 长杆式喷枪。这是一种专用的高压无气喷枪。枪柄杆长 0.5~2 m，喷枪前部有回转机构，适用于喷涂大型物体。广泛应用于造船、车辆和建筑等行业。

3) 自动喷枪。自动喷枪的基本结构类似于普通无气喷枪。喷枪的启闭是由喷枪后部的汽缸控制的，用于涂装自动生产线上。

(5) 喷嘴 喷嘴是高压无气喷涂设备的一个关键部件，它直接关系到涂膜的质量。喷嘴分为标准型喷嘴、回转型喷嘴和可调式喷嘴。

1) 标准型喷嘴是使用最普遍的喷嘴。这种喷嘴的型号很多，涂料喷出量范围为 0.2~5 L/min，雾化幅宽范围为 150~600 mm，可以满足各种喷涂工作的需要。

国产喷嘴型号由 5 位阿拉伯数字表示，前三位数字代表涂料流量，如 002 是 0.2 L/min，011 是 1.1 L/min，042 是 4.2 L/min；后两位数字代表雾化幅宽，如 10 是 10 cm，25 是 25 cm，40 是 40 cm。常用标准型喷嘴性能规格见表 3—2。

表 3—2 常用标准型喷嘴性能规格表

中国长江机械厂			美国格雷科公司				日本旭大限产业株式会社			
喷嘴 编号	涂料喷 出量 (L/min)	喷雾图 形幅宽 (mm)	喷嘴 编号	等效口径 (mm)	涂料喷 出量 (L/min)	喷雾图 形幅宽 (mm)	喷嘴 编号	等效口径 (mm)	涂料喷 出量 (L/min)	喷雾图 形幅宽 (mm)
002-10	0.20	100	163-207	0.18	0.15	100~150	03C05	0.19	0.19	100~150
003-15	0.30	150	163-309	0.23	0.27	150~200	04C07	0.23	0.26	150~200

续表

中国长江机械厂			美国格雷科公司				日本旭大限产业株式会社			
喷嘴 编号	涂料喷 出量 (L/min)	喷雾图 形幅宽 (mm)	喷嘴 编号	等效口径 (mm)	涂料喷 出量 (L/min)	喷雾图 形幅宽 (mm)	喷嘴 编号	等效口径 (mm)	涂料喷 出量 (L/min)	喷雾图 形幅宽 (mm)
004-15	0.40	150	163-311	0.28	0.43	150~200	07C07	0.28	0.44	150~200
004-20	0.40	200	163-411	0.28	0.43	200~250	07C09	0.28	0.44	200~250
006-20	0.60	200	163-413	0.33	0.61	200~250	09C09	0.32	0.58	200~250
008-20	0.80	200	163-415	0.38	0.80	200~250	12C09	0.36	0.79	200~250
011-20	1.10	200	163-417	0.43	1.02	200~250	16C09	0.43	1.02	200~250
006-25	0.60	250	163-513	0.33	0.61	250~310	09C11	0.32	0.58	250~310
008-25	0.80	250	163-515	0.38	0.80	250~310	12C11	0.36	0.76	250~310
011-25	1.10	250	163-517	0.43	1.02	250~310	16C11	0.43	1.02	250~310
014-25	1.40	250	163-519	0.48	1.29	250~310	20C11	0.48	1.29	250~310
017-25	1.70	250	163-521	0.53	1.59	250~310	25C11	0.54	1.54	250~310
008-30	0.80	300	163-615	0.38	0.80	310~360	12C13	0.36	0.76	310~360
011-30	1.10	300	163-617	0.43	1.02	310~360	16C13	0.43	1.02	310~360
014-30	1.40	300	163-619	0.48	1.29	310~360	20C13	0.48	1.29	310~360
017-30	1.70	300	163-621	0.53	1.59	310~360	25C13	0.54	1.54	310~360
020-30	2.00	300	163-623	0.59	1.89	310~360	30C13	0.59	1.93	310~360
023-30	2.30	300	163-625	0.64	2.27	310~360	40C13	0.68	2.57	310~360
011-35	1.10	350	163-717	0.43	1.02	310~410	16C15	0.43	1.02	360~410
014-35	1.40	350	163-719	0.48	1.29	310~410	20C15	0.48	1.29	360~410
017-35	1.70	350	163-721	0.53	1.59	310~410	25C15	0.54	1.54	360~410
020-35	2.00	350	163-723	0.59	1.89	310~410	30C15	0.59	1.93	360~410
023-35	2.30	350	163-725	0.64	2.27	310~410	40C15	0.68	2.57	360~410

2) 回转型喷嘴有一个换向机构,当杂物堵塞喷嘴时,可旋转回转手柄 180°,再开启喷枪清除杂物。

3) 可调式喷嘴具有一个调节塞,可以调节喷嘴孔径、喷出雾幅宽度,如遇到喷嘴堵塞,只要调大孔径,便很容易清除杂物。

2. 高压无气喷涂工艺

高压无气喷涂可以喷涂各种不同黏度的涂料。涂装施工时应根据涂料的黏度和涂装要求来选择适当的喷涂工艺条件。常用的高压无气喷涂工艺参数见表 3—3。